



# Optimisation du positionnement d'antennes de réception IRM pour l'imagerie du conduit vocal en parole et en déglutition

Mathieu Labrunie, Laurent Lamalle, Pierre Badin

## ► To cite this version:

Mathieu Labrunie, Laurent Lamalle, Pierre Badin. Optimisation du positionnement d'antennes de réception IRM pour l'imagerie du conduit vocal en parole et en déglutition. SFRMBM 2015 - 2ème congrès de la Société Française de Résonance Magnétique en Biologie et Médecine, Mar 2015, Grenoble, France. pp.67. hal-01228918

**HAL Id: hal-01228918**

**<https://hal.science/hal-01228918>**

Submitted on 17 Nov 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Optimisation du positionnement d'antennes de réception IRM pour l'imagerie du conduit vocal en parole et en déglutition

Mathieu Labrunie<sup>1</sup> Laurent Lamalle<sup>2</sup> Pierre Badin<sup>1</sup>

(1) GIPSA-Lab (DPC / ICP), UMR 5216, CNRS – Université de Grenoble Alpes, France

(2) Inserm US 17 — CNRS UMS 3552 — Université de Grenoble Alpes & CHU de Grenoble UMS IRMaGE, France

**But de l'étude.** Positionner des antennes réceptrices de manière optimale pour imager le plan médiosagittal du conduit vocal, pour l'étude de la parole et de la déglutition. **Objectifs** : Rapport signal à bruit suffisant dans le plan médiosagittal, depuis la glotte jusqu'au bas des cavités nasales (axe tête-pieds) et des lèvres à la paroi arrière du pharynx (axe antérieur-postérieur). Distribution des éléments d'antenne favorable à une accélération parallèle de l'acquisition, en vue d'applications dynamiques. **Contraintes** : Accès aux lèvres pour un microphone optique ou pour alimenter le sujet par un tuyau. Référence à un travail similaire [1].

**Matériel et méthodes.** Divers essais antérieurs nous ont montré les possibilités et limitations de sensibilité et d'ergonomie d'une antenne neuro-vasculaire 16 canaux pour ce type d'application. Une configuration plus favorable a été décrite récemment sur imageur Siemens [1], à 3 T, utilisant l'antenne Noras multi-fonctions CPC-8 [2] et une antenne flexible Siemens Flex. L'antenne Noras combine 8 canaux en deux coques rigides symétriques pouvant être disposées avec beaucoup de liberté autour de la zone à imager (fig-1b). Nous avons obtenu de Noras et Philips son interfaçage aux imageurs Achieva 3.0 T TX de la plateforme IRMaGe et cherchons à développer par imprimante 3D les supports mécaniques permettant de la maintenir ainsi qu'une paire d'antennes Flex-S ou Flex-M standard en une configuration optimale. Le grand nombre de degrés de liberté à explorer impliquerait de nombreux tests systématiques pour déterminer par la seule voie expérimentale la meilleure configuration. Nous avons choisi d'estimer au préalable la sensibilité typique de chaque élément d'antenne dans un volume 3D à l'aide d'un fantôme afin de modéliser sa couverture spatiale [3]. La position des antennes est repérée à l'aide de marqueurs visibles en IRM [4] attachés à celles-ci (fig-1). Les articulateurs d'intérêt du conduit vocal sont représentés par des modèles 2D et 3D de surfaces maillées. Les modèles d'antennes sont déplacés en rototranslation 3D pour tester différentes configurations plausibles (fig-2b) en tenant compte des contraintes (non-intersection entre antennes et organes, accès aux lèvres, limitation de l'alignement des antennes à la direction de  $B_0$ ). Les volumes de sensibilité liés à chaque antenne repositionnée sont interpolés et combinés [5,6] sur le plan (fig-2c).

**Résultats.** On obtient par la méthode décrite des cartes interpolées de sensibilité cumulée des antennes dans le plan médiosagittal d'intérêt (fig-2).

**Discussion.** Cette méthode en cours de raffinement permet d'optimiser le positionnement et la combinaison de plusieurs antennes par rapport aux contraintes liées à l'objet à imager et aux limites physiques de manière totalement virtuelle. Les configurations favorables obtenues devront être validées sur sujet mais cette méthode permet déjà un gain de temps appréciable d'exploration par rapport à de seuls essais sur une vraie machine.



Figure 1. Coque équipée de marqueurs (a) de l'antenne Noras 8 canaux (b), et image sur fantôme (c)

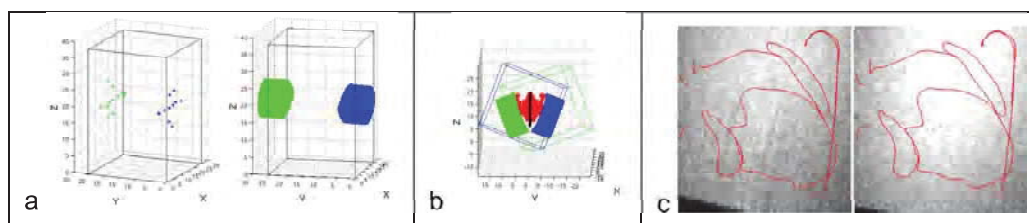


Figure 2. Repérage des marqueurs et représentation des coques recalées (a), rototranslation à proximité du modèle d'articulateurs (b), et cartes de sensibilité interpolées sur le plan médio-sagittal pour les deux coques (c)

**Références.** [1] S. Zhang *et al.*, "Real-time MRI of oropharyngeal swallowing function: ..." ISMRM Annual Meeting, Milan, Italy, 2014 [2] <http://www.noras.de/en/products/noras-mr-coils/noras-8-ch-multifunctional-coil-cpc/> [3] Y.-J. Ma *et al.*, "Improved SENSE imaging using accurate coil sensitivity maps..." Magn Reson Med, Jul 2014 [4] MM 3002, IZI Medical Products, USA [5] P. B. Roemer *et al.*, "The NMR phased array" Magn Reson Med, 16:192, 1990 [6] P. Kellman *et al.*, "Image reconstruction in SNR units: ..." Magn Reson Med, 54:1439, 2005.

**Remerciements.** Ce travail a bénéficié des supports de l'ANR par les projets ANR-13-TECS-0011-06 « e-SwallHome », ANR-12-EMMA-0056 « ERATRANIRMA » et ANR-11-INBS-0006, et de la Fondation des Gueules Cassées par le financement de l'antenne Noras.

Mathieu Labrunie<sup>1</sup>, Laurent Lamalle<sup>2</sup>, Pierre Badin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GIPSA-Lab - <sup>2</sup>IRMaGe

(Pierre.Badin, Mathieu.Labrunie)@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, Laurent.Lamalle@ujf-grenoble.fr

## ❖ Introduction

### ❖ Cadre et objectifs de l'étude

- Imagerie IRM temps réel des organes du conduit vocal impliqués dans la parole et la déglutition (e.g. [1])
- optimiser le rapport signal sur bruit (RSB) dans la région du plan médio-sagittal englobant les organes d'intérêt
- déterminer une distribution adéquate des éléments d'antennes favorable à l'accélération parallèle à l'acquisition, pour une meilleure résolution temporelle

## ❖ Cartes de sensibilité 3D des antennes de surface NORAS et FLEX-S

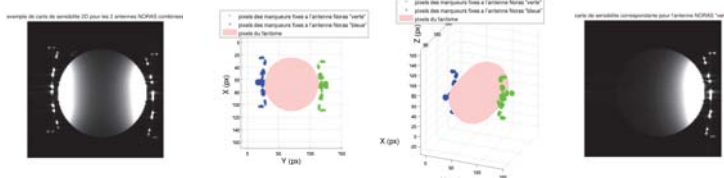
### ❖ Dispositif expérimental

- Antennes Noras 8 CH CPC [2] en deux coques rigides de 4 éléments chacune
- Antennes placées autour d'un fantôme de matière homogène donnant une aimantation uniforme
- Marqueurs fiduciaux fixés aux antennes [3]



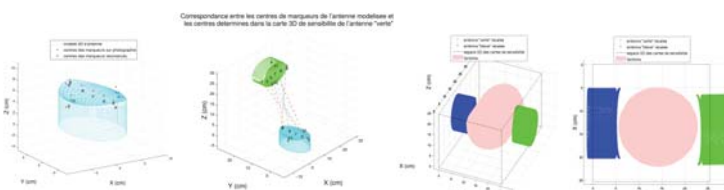
### ❖ Acquisition des données et pré-traitement

- Acquisitions statiques 3D à des résolutions spatiales variées (2 et 4 mm isotrope respectivement)
- Signaux recueillis pour chaque élément d'antenne
- Fusion par coque rigide des signaux recueillis pour obtenir les cartes de sensibilité 3D de chaque ensemble d'éléments
- Segmentation des cartes afin de différencier les pixels provenant des marqueurs et du fantôme



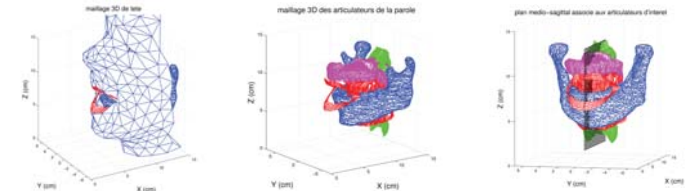
## ❖ Positionnement des antennes 3D dans les cartes de sensibilité

- Détection de la position des centres des marqueurs sur les photographies des antennes
- Mise à l'échelle des photographies et images en cm
- Construction de modèles 3D des surfaces des antennes
- Reconstruction des coordonnées 3D des centres des marqueurs sur les modèles d'antennes à partir des coordonnées 2D de ces marqueurs sur les photographies
- Recalage des modèles d'antennes par rapport aux cartes 3D de sensibilité



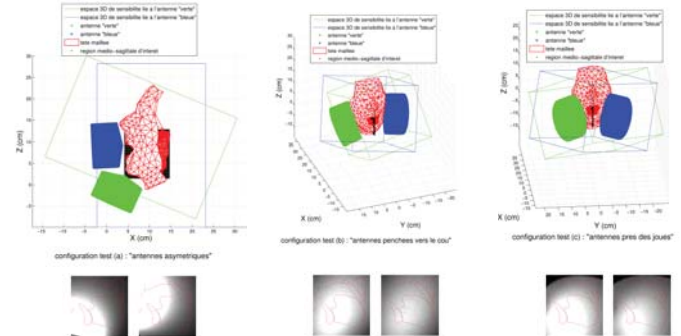
## ❖ Références

- [1] S. Zhang *et al.*, "Real-time MRI of oropharyngeal swallowing function: ..." ISMRM Annual Meeting, Milan, Italy, 2014 [2] <http://www.noras.de/en/products/noras-mr-coils/noras-8-ch-multifunctional-coil-cpc/> [3] MM 3002, IZI Medical Products, USA [4] Y.-J. Ma *et al.*, "Improved SENSE imaging using accurate coil sensitivity maps..." Magn Reson Med, Jul 2014 [5] P. B. Roemer *et al.*, "The NMR phased array" Magn Reson Med, 16:192, 1990 [6] P. Kellman *et al.*, "Image reconstruction in SNR units: ..." Magn Reson Med, 54:1439, 2005 [7] S. B. Reeder "Measurement of Signal-to-Noise Ratio ..." Parallel Imaging in Clinical MR Applications Medical Radiology 2007 pp 49-61 [8] J. Graessner "The Signal-to-Noise Indicator ..." Magnetom Flash 1/2012



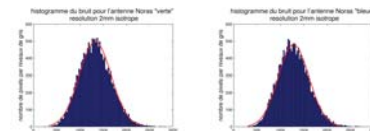
## ❖ Estimation des sensibilités dans le plan médio-sagittal

- Mise en œuvre d'un maillage 3D de tête et des articulateurs associés
- Sélection de la région englobant les organes d'intérêt dans le plan médio-sagittal
- Tests de positionnement des antennes (configurations (a),(b) et (c), figure ci-dessous)
- Interpolation de la carte de sensibilité de chaque antenne dans le plan médio-sagittal [5,6]
- Sensibilités déterminées dans le plan médio-sagittal par antenne et par configuration



## ❖ Rapport signal/bruit (RSB)

- Plan médio-sagittal
- RSB brut [7] et relatif [8]
- Signal sélectionné dans la région des organes
- Bruit provenant d'une image en extrémité de champ de vue des cartes 3D de sensibilité (hors fantôme et marqueurs)
- Noras : - résolution 2mm isotrope :  
En configurations (b) et (c) : RSB brut = 60±10 pour chacune des coques  
En (a) : RSB brut ≈ 64 pour la coque verte et RSB brut ≈ 112 pour la bleue  
- résolution 4mm isotrope : RSB relatif cohérent avec le RSB brut obtenu pour la résolution 2mm isotrope



## ❖ Conclusions et discussion

- Alternative aux tests expérimentaux de positionnement en salle IRM
- Recouvrement incomplet du champ de vue par le fantôme
- Zones sans mesure explicite de la sensibilité
- Modélisation de la carte de sensibilité par décomposition de variables spatiales en termes de fonctions de base [4] (non limitées spatialement)